

Imágenes submarinas: una herramienta para la estimación de la abundancia de cigala en el golfo de Cádiz

Underwater imaging: a tool for the Norway lobster abundance estimate in the Gulf of Cadiz

Y. Vila (1), C. Burgos (1), M. Soriano (1), I. Sobrino (1), C. Barragán-Méndez (2) & J. Canoura (1)

(1) Instituto Español de Oceanografía. C.O. de Cádiz. Puerto Pequero, Muelle de Levante s/n, 1006 Cádiz, España (yolanda.vila@cd.ieo.es)

(2) Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos, Universidad de Cádiz, Polígono Río San Pedro 11510 Puerto Real, Cádiz, España

Abstract:

The Norway lobster is a decapod crustacean that lives inside burrows they dig in sandy-muddy bottoms. Emergence behaviour is affected by several factors and the species are only catchable when they emerge from their burrows. Traditionally, abundance indices estimated from demersal surveys and/or from the commercial fleet information are affected by emergence patterns and are not necessarily indicative of stock abundance. Besides, analytical assessment is problematic because the age estimation, misreporting catches and/or unreliable fishing effort measurements. These facts hamper the utility of age structure models applies to the fishery information. Abundance estimates using the underwater television (UWTV) surveys method are based on burrows density quantification over the *Nephrops* distribution area to produce raised abundances and size stock estimates. This work shows the results obtained in an exploratory UWTV survey (ISUNEPCA_0814) the carried out in the Gulf of Cadiz in June 2014.

Key words: *Nephrops*, underwater television survey, abundance, VMS, Gulf of Cadiz

1. INTRODUCCIÓN

Las imágenes submarinas se han revelado en los últimos años como una herramienta útil para alcanzar una gran variedad de estudios como la caracterización de hábitats, el monitoreo de la biodiversidad marina, la evaluación del impacto de actividades humanas (incluyendo la pesca) o la evaluación de stocks explotables.

El uso de imágenes de video submarino dirigido a la estimación de la abundancia de cigala y la metodología asociada fueron desarrollados en Escocia a principios de los 90 (Bailey *et al.*, 1993). Este método se basa en el hecho de que la cigala vive dentro de madrigueras que pueden ser identificadas y cuantificadas en un área conocida, obteniéndose una estimación de la densidad de madrigueras que puede ser usada como un índice de abundancia del stock (Tuck *et al.*, 1997; ICES, 2007; Morello *et al.*, 2007). En la última década, se ha realizado un importante esfuerzo en la estandarización del método y la cuantificación de las incertidumbres asociadas al mismo (Campbell *et al.*, 2008; ICES, 2010). Actualmente, ICES considera esta metodología como la más apropiada por el momento para obtener una estima absoluta de la biomasa de cigala que pueda ser empleada como base del consejo de gestión y sugiere que, en la medida de lo posible, las

denominadas UWTV surveys o campañas de televisión submarina sean empleadas con ese objetivo. Así, las campañas de televisión se han extendido de forma lineal a un gran número de stocks de cigala en el Atlántico y Mediterráneo siendo alrededor de 18 stocks los que han sido prospectados con este tipo de campañas en 2014 (ICES, 2014).

Históricamente, la evaluación analítica de dichos stocks ha sido problemática. La ausencia de estructuras duras y permanentes donde queden reflejadas marcas indicativas de la edad, la variabilidad en el crecimiento y el dimorfismo sexual en relación a la tasa de crecimiento dificulta el uso de modelos de evaluación basados en la edad. Por otro lado, las descargas no registradas o medidas poco precisas del esfuerzo pesquero han puesto en evidencia la evaluación basada en datos dependientes a la pesquería en algunos stocks de cigala. Finalmente, la variabilidad en el comportamiento de salida y entrada de las madrigueras de esta especie está influenciada por diferentes factores como son la hora del día, la estación del año, el sexo o el estado reproductivo provocando que los índices de abundancia basados en campañas de evaluación mediante arrastre o en la flota comercial puedan ser poco representativas de la población.

La cigala *Nephrops norvegicus* es uno de los crustáceos de importancia comercial explotados en el golfo de Cádiz por una flota de arrastre altamente multiespecífica. Esta especie se distribuye entre aproximadamente 200 m y 700 m en fondos arenosos fangosos donde el sedimento es adecuado para la construcción de madrigueras que ellas mismas excavan y donde habitan. El stock de cigala del golfo de Cádiz correspondiente a la Unidad Funcional 30 (UF 30), Subdivisión IXa del ICES (International Council for the Exploration of the Sea), ha sido clasificado por este organismo como un stock con datos limitados (Data Limited Stocks) (ICES, 2012) lo que significa que no existe evaluación analítica para esta UF, siendo el consejo de gestión conservativo.

El Proyecto ISUNEPCA ("Estimación de la abundancia de cigala en el golfo de Cádiz a través de imágenes submarinas"), subvencionado con la ayuda concedida por la Fundación Biodiversidad y cofinanciada por el Fondo Europeo de la Pesca (2007-2013), fue desarrollado en 2014 cuyo objetivo principal fue poner a punto la metodología sugerida por ICES para la estimación de la abundancia del stock de cigala del golfo de Cádiz y poder así iniciar una serie de campañas anuales que permitan estimar el tamaño del stock independientemente de la pesquería, su estado de explotación y aconsejar opciones de captura para este stock.

2. METODOLOGÍA

El primer paso para establecer el área a prospectar en una campaña dirigida a la estimación de la abundancia de cigala es delimitar su área de distribución. Para ello, se ha analizado la información recopilada por el sistema de seguimiento mediante localización vía satélite VMS (Vessel Monitoring System) de la flota de arrastre que opera en el golfo de Cádiz durante el periodo 2012-2013 en conjunción con los diarios de a bordo, permitiendo estimar la actividad pesquera dirigida a la cigala en el área de estudio. Como complemento, y con objeto de delimitar de manera más precisa el área de distribución de la población de cigala, se ha analizado la distribución y abundancia de esta especie a partir de la información disponible de las series de campañas de evaluación de recursos demersales en el golfo de Cádiz (serie ARSA: 1994-2013).

La campaña exploratoria ISUNEPCA_0814 se desarrolló del 22 de agosto al 2 de septiembre de 2014 en aguas del golfo de Cádiz a bordo del B/O Ángeles Alvariño del IEO. La parrilla de estaciones siguió un muestreo isométrico aleatorio con una separación equidistante entre estaciones de 5 mn cubriendo el área comprendida entre la isóbata de 200 m y la de 700 m de profundidad donde se distribuye el recurso de la cigala.

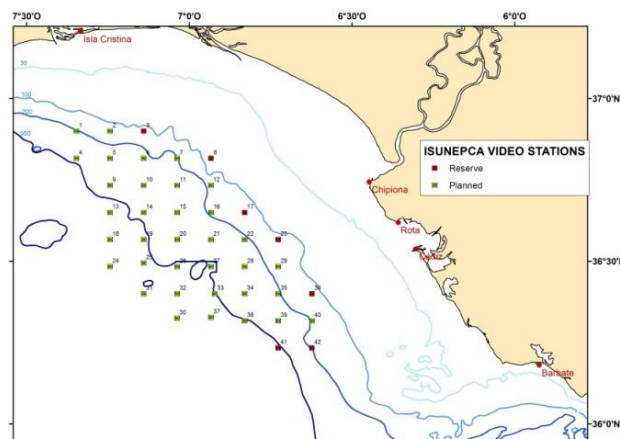


Fig. 1. Parrilla de estaciones de la campaña ISUNEPCA_0814.

Se planearon un total de 42 estaciones de las cuales 7 fueron consideradas como de reserva (Fig. 1). En cada una de las estaciones se tomaron imágenes submarinas mediante el arrastre sobre el fondo de un trineo con una cámara de video acoplada. Para ello, se empleó el trineo fotogramétrico TST-HORUS (Fig. 2) con un diseño basado en Shand & Priestley (1999) tal y como recomienda el *Workshop on the Use of UWTV Surveys for Determining Abundance in Nephrops Stocks throughout European Waters (WGNEPHTV)* (ICES, 2007). De acuerdo con los requerimientos de este *workshop*, la cámara de video se dispuso con una inclinación de 45° respecto al fondo y el campo de visión fue de 75 cm quedando confirmado por dos punteros láser. Una vez el trineo estuvo estable en el fondo, fue arrastrado a una velocidad media de 0.5 nudos sin cambiar el rumbo durante 13 minutos. Las posiciones de inicio y fin del transecto fueron registrados gracias al sistema de posicionamiento acústico HiPAP 500, permitiendo así el cálculo de la distancia recorrida por el trineo en cada estación.



Fig. 2. Trineo fotogramétrico TST-HORUS empleado en la campaña ISUNEPCA_0814.

De acuerdo con las recomendaciones del WKNEPHBID (*Workshop and training course on Nephrops burrow identification*) (ICES, 2008), todos los científicos fueron entrenados y familiarizados con la

identificación de madrigueras de cigala usando material de entrenamiento validado a partir de videos de referencia. Los conteos individuales de cada lector fueron contrastados con los conteos de referencia mediante el coeficiente de correlación de Linn's (CCC). Un valor de CCC igual o mayor a 0.5 fue considerado como aceptable para que un lector fuese considerado como válido para la cuantificación de madrigueras de cigala. Los videos de cada una de las estaciones fueron visionados por dos científicos entrenados independientemente uno de otro. Se contaron los sistemas de madrigueras más que entradas individuales como aquellos sistemas que atraviesan la línea inferior de la pantalla y caen dentro del campo de visión determinado por los dos láseres. En los casos en los que la mitad o más de la mitad del sistema aparecen en los bordes del campo de visión no fueron contados. El número de sistemas de madrigueras de cigala y la actividad de cigala dentro y fuera de las madrigueras fue contado por bloques de 1 minuto. Se asume que cada sistema de madrigueras representa un individuo y que el 100% de ellas están ocupadas. Después de completar todos los conteos, los lectores revisaron de nuevo los videos de manera conjunta para llegar a un consenso en el número de sistemas de madrigueras.

La estima de la densidad de cigala de cada estación se calculó como el número de sistemas de madrigueras identificado estandarizado a la superficie barrida durante el transecto. Así, la abundancia total vendrá dada por la densidad media ponderada al área total prospectada. Paralelamente se realizó un análisis geoestadístico de dicha variable en el área de estudio, aplicando una interpolación mediante *kriging* ordinario. El resultado del *kriging* se empleó para realizar una segunda estimación de la abundancia de madrigueras de cigala, dividiendo el área en polígonos con igual rango de densidad y ponderando dicha densidad a la superficie de cada polígono.

3. RESULTADOS

El análisis de los VMS y los diarios de abordó refleja que la pesca de la cigala en el golfo de Cádiz se desarrolla en el rango de profundidad comprendido entre 200 y 600 m, desde la frontera con Portugal hasta la zona frente a Cádiz, aproximadamente (Fig. 3). No obstante, dentro de esta área se observan zonas donde la actividad pesquera es escasa o está ausente y que puede ser explicado por la naturaleza del sustrato, ya que esta especie necesita de fondos de naturaleza fangosa para poder construir sus madrigueras. Adicionalmente, la información derivada de las campañas ARSA reveló que la distribución espacial de la actividad pesquera dirigida a la cigala está en general de acuerdo con la distribución del recurso en el golfo de Cádiz.

Teniendo en cuenta todo esto, el área a prospectar por la campaña ISUNEP-CA_0814 se estimó en 2816 Km².

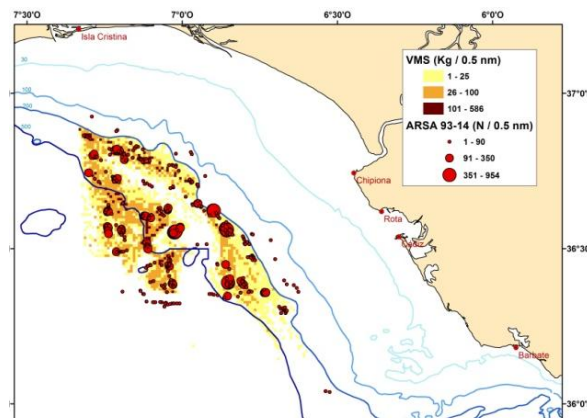


Fig. 3. Actividad pesquera de la flota de arrastre dirigida a la cigala basada en los VMS (2012-2013) y abundancia de cigala obtenida en las campañas de arrastre de evaluación de recursos demersales en el golfo de Cádiz.

Todas las estaciones planeadas fueron completadas pero aquellas consideradas como de reserva no pudieron llevarse a cabo dentro de la ventana temporal de la campaña. Además, no fue posible hacer ninguna estación adicional más allá del área delimitada previamente para la campaña con objeto de asegurar la ausencia de madrigueras y confirmar la frontera o límite del área de distribución de la cigala. Del total de los 32 videos analizados, el 41% presentaron señales de la actividad pesquera siendo la presencia de marcas de arrastre en el total del transecto entre el 15% y el 60% de la duración del mismo.

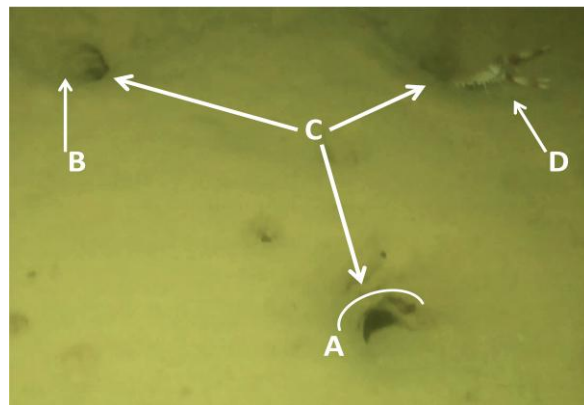


Fig. 4. Sistema de madriguera de cigala en forma de T con tres aberturas y cigala en una de ellas: A) entrada en forma de media luna, B) sedimento proyectado hacia afuera, C) entradas distribuidas sobre un centro común, D) presencia de cigala.

Los sistemas de madrigueras de cigala observados en los videos pueden tener varias entradas distribuidas normalmente alrededor de un centro común (Fig. 4). Al menos una de las aberturas presenta forma de media luna, donde el ángulo de visión permite ver el túnel más allá de esa abertura y cuyo ángulo de descenso es poco profundo. Frecuentemente se observan evidencias de sedimento expulsado

distribuido en un amplio delta y aparecen estrías en el sedimento debido a la actividad de los individuos. Adicionalmente, puede haber presencia de cigalas fuera o dentro de la madriguera.

La densidad de madrigueras de cigala para cada una de las estaciones se muestra en la fig. 5. La densidad media de madrigueras estimada en la campaña fue de 0.10 madrigueras/m² con un rango de observaciones entre 0 y 0.3 madrigueras/m². El número total de madrigueras contadas durante la campaña ponderados al área total prospectada (2816 Km²) y asumiendo 100% de ocupación fue estimado en 294 millones de individuos según el método del área barrida.

La estima derivada del análisis geoestadístico fue similar (282 millones). El mapa de densidad de superficie se muestra en la fig. 6. El CV de la abundancia fue del 81% indicando que la variabilidad entre estaciones colindantes es muy alta por lo que en futuras campañas la distancia entre estaciones deberá ser menor.

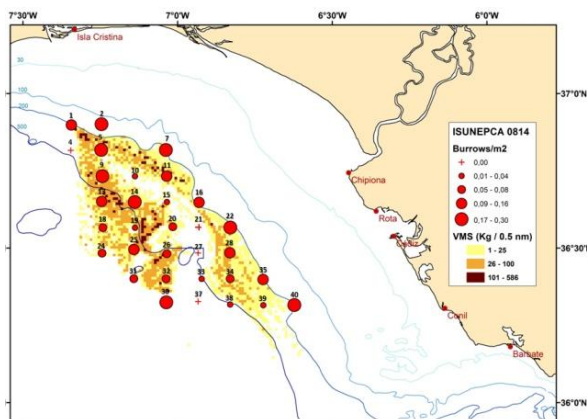


Fig. 5. Densidad de madrigueras por estación sobre la distribución de la actividad pesquera dirigida a cigala basada en el análisis de VMS.

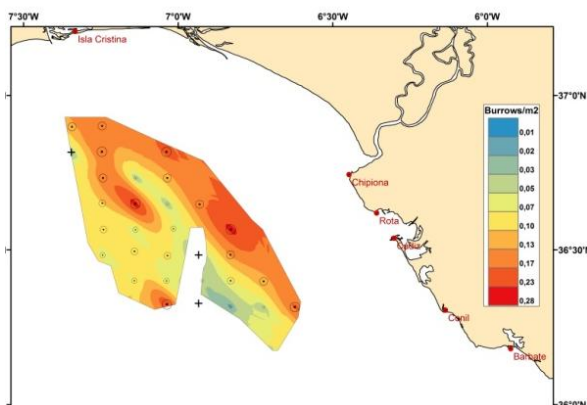


Fig. 6. Mapa de superficie de la densidad de madrigueras de cigala

4. CONCLUSIONES

El proyecto ISUNEPCA ha ofrecido la oportunidad de poner a punto en el golfo de Cádiz (UF 30) la metodología empleada actualmente para la evaluación de los stocks de cigala en el seno de ICES.

Así, la campaña exploratoria ISUNEPCA_0814 se convertirá en la primera de una serie de campañas anuales que llevará a cabo el IEO y que servirá como base para la evaluación y el asesoramiento científico para el stock de cigala de la UF 30. Por otro lado, las campañas de TV submarina se revelan como una excelente plataforma para obtener información sobre los hábitats y el monitoreo de macrofauna bentónica de zonas sedimentarias del circalitoral profundo y batial, tales como las comunidades de pennatuláceos y la megafauna formadora de madrigueras que han sido incluidas en la lista OSPAR (OSPAR, 2010), sobre el impacto de la actividad pesquera en el fondo, así como información de variables ambientales.

Agradecimientos

Este proyecto pudo ser realizado gracias a la ayuda concedida por la Fundación Biodiversidad y el Fondo Europeo de la Pesca. Agradecemos la profesionalidad de la tripulación del B/O Ángeles Alvariño y al personal de Thalassatech por su duro trabajo durante la campaña.

REFERENCIAS

- Bailey, N., C.J. Chapman, J.B. Kinnear & A. Weetman (1993). Estimation of *Nephrops* stocks biomass on the Fladen ground by TV survey. *ICES Document CM 1993/K:34*.
- Campbell, N., Dobby CH. & Bailey, N. (2008). Investigating and mitigating uncertainties in the assessment of Scottish *Nephrops Norvegicus* (L.) populations using simulated underwater television data. *ICES Journal of Marine Science*. Vol 66. Doi:10.1093/icesjms/fsp046.
- ICES (2004). Report of the Working Group on *Nephrops* Stocks. *ICES CM 2004/ACFM: 19*.
- ICES (2007). Workshop on the use of UWTV surveys for determining abundance in *Nephrops* stocks throughout European waters. *ICES CM 2007/ACFM: 14*.
- ICES (2008). Report of the Workshop and training course on *Nephrops* burrow identification (WKNPHBID). *ICES CM 2008/LRC: 03*.
- ICES (2010). Report on ICES Study Group on *Nephrops* Surveys (SGNEPS). *ICES CM 2010/SSGESST: 22*.
- ICES (2012). ICES Implementation of RGLIFE Advice for Data Limited Stocks. *ICES CM 2012/ACOM 68*.
- ICES (2014). Second Interim Report on the Working Group on *Nephrops* Surveys. *ICES CM 2014/SSGESST:20*.
- Linn, L. (1989). A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometric* 45, pp 225-268.
- Morrello, E.B., F. Carlo & J.A. Atkinson (2007). Underwater television as a fishery-independent method for stock assessment of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in the central Adriatic Sea (Italy). *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1116-1123.
- Shand, C.W. & Priestley, R. (1999). A towed sledge for benthic surveys. *Fisheries Research Services. Information Pamphlet, No 22: 8pp*.
- Tuck, I.D., C.J. Chapman, R.J.A. Atkinson, N. Bailey & R.S.M. Smith (1997). A comparison of methods for stock assessment of Norway lobster, *Nephrops norvegicus*, in the Firth of Clyde. *Fisheries Research*, 32: 89-100.